

Tepelný odpor, teplota rosného bodu a průběh kondenzace.

Stavba: VÝZKUMNÉ A VÝVOJOVÉ STŘEDISKO KOVOHUTĚ

Místo: Příbram

Zadavatel: KOVOHUTĚ NÁSTUPNICKÁ a.s.

Zpracovatel: Ing. Petr Chochola

Zakázka: Výzkumné a vývojové středisko KOVOHUTĚ.TOB Archiv: Aplan

Projektant: Ing. Petr Chochola

Datum: 18.11.2015

E-mail: chochola.p@seznam.cz

Telefon: 318 620 111

Výpočet je proveden podle ČSN 73 0540-2:2011 a ČSN EN ISO 6946:2008**1 SCH1 - skladba pro variantu 1 - stávající stav**

Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně

Poznámka:

střecha

1.1 Podmínky pro hodnocení konstrukce:

ČSN 73 0540-2:2011: Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně

 $UN_{20} = 0,24$ $U_{rec,20} = 0,16$ $U_{pas,20,h} = 0,15$ $U_{pas,20,d} = 0,10$ W/(m²·K)
 $\theta_i = 10$ °C $UN = 0,64$ $U_{rec} = 0,43$ $U_{pas,h} = 0,40$ $U_{pas,d} = 0,27$ W/(m²·K)
Výpočet je proveden pro $\theta_{ai} = \theta_i + \Delta\theta_{ai} = 10,0 + 1,0 = 11,0$ °C $\theta_{ai} = 11,0$ °C $\varphi_{i,r} = 55,0$ % $R_{si} = 0,100$ m²·K/W $p_{di} = 723$ Pa $p'_{di} = 1\,314$ Pa $\theta_{se} = -15,0$ °C $\varphi_{se} = 84,0$ % $R_{se} = 0,040$ m²·K/W $p_{dse} = 139$ Pa $p''_{dse} = 165$ PaPro výpočet šíření vlhkosti je $R_{si} = 0,250$ m²·K/W**1.2 Normové a charakteristické hodnoty fyzikálních veličin materiálů**

1	2	3	4	5	6	7	7a	8	9	10	11	12	13
č.v.	Položka KC	Položka ČSN	Materiál	ρ kg/m³	c J/(kg·K)	μ	$k\mu$	λ_k W/(m·K)	λ_p W/(m·K)	Z_{TM}	Z_w	z_1	z_3
1	101-021	1.2.1	Železobeton (2300)	2 300	1 020,0	23,0	1,000	1,220	1,430	0,00	0,080	1,0	3,0
2	228b-027		GLASTEK 30 STICKER	1 400	1 470,0	20 000,0	1,000	0,210	0,210	0,00		1,0	3,0
3	256-011		EPS 100 S	23	1 270,0	70,0	1,000	0,037	0,037	0,04		1,0	3,0
4	228a-022		DEKPLAN 76	1 400	960,0	15 000,0	1,000	0,160	0,160	0,00		1,0	3,0

ZTM - činitel tepelných mostů; koriguje součinitel tepelné vodivosti o vliv kotvení, přerušení izolační vrstvy krokvení, rámovou konstrukcí atp.

1.3 Stanovení hodnoty ZTM

1	4	16	21	22	23	24	10
č.v.	Materiál	λ W/(m·K)	Podíl %	Z_{TM} Vlhkost	Z_{TM} Kotvení	Z_{TM} Nehomogenní vrstvy	Z_{TM} Celkem
3	EPS 100 S	0,037		0,02	0,02	0,00	0,04

V ploše hlavní izolační vrstvy Xa se vyskytuje materiál Xb, případně další (Xc, Xd ...), jejichž vliv na součinitel tepelné vodivosti charakteristické výše vyjadřuje součinitel ZTM-N (nehomogenní vrstvy). Vliv vlhkosti na hlavní izolační vrstvu lze zadat pomocí údaje ZTM-V.

1.4 Vypočítané hodnoty

1	2	4	14	15	16	16a	17	18	7b	19	20
č.v.	Položka KC	Materiál	Vr	d mm	λ W/(m·K)	λ_{ekv} W/(m·K)	R m²·K/W	θ_s °C	μ_{vyp}	$Z_p \cdot 10^{-9}$ m/s	p_d Pa
1	101-021	Železobeton (2300)	Z vr.	150,00	1,430	1,430	0,105	10,4	23,0	18,33	723
2	228b-027	GLASTEK 30 STICKER	Z vr.	3,00	0,210	0,210	0,014	9,8	20 000,0	318,74	702
3	256-011	EPS 100 S	Z vr.	160,00	0,037	0,038	4,158	9,7	70,0	59,50	342
4	228a-022	DEKPLAN 76	Z vr.	1,50	0,160	0,160	0,009	-14,7	15 000,0	119,53	274

Korekce součinitele prostupu tepla (podle ČSN 73 0540, TNI 73 0329 a 30) $\Delta U_{tbk} = 0,020$ W/(m²·K)

Z vr. - základní vrstvy - vrstvy stávajícího stavu konstrukce

P vr. - přidané vrstvy - vrstvy přidané ke stávající konstrukci

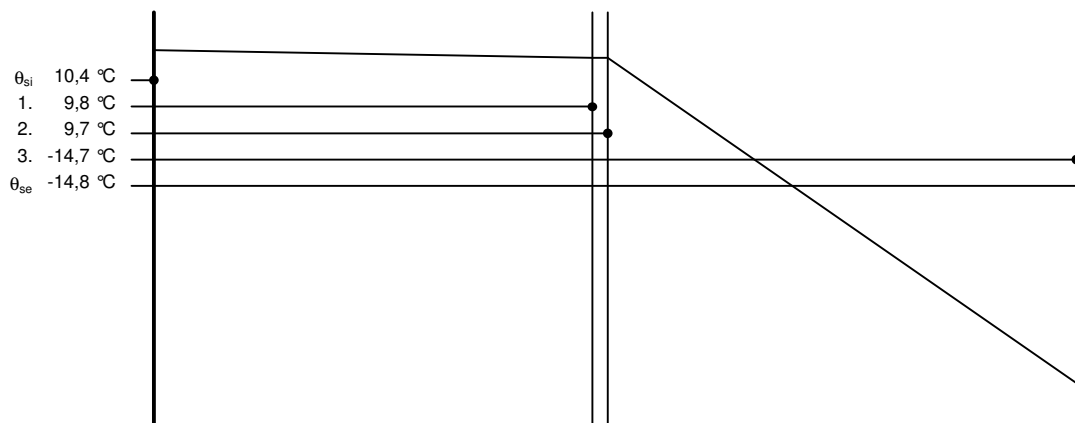
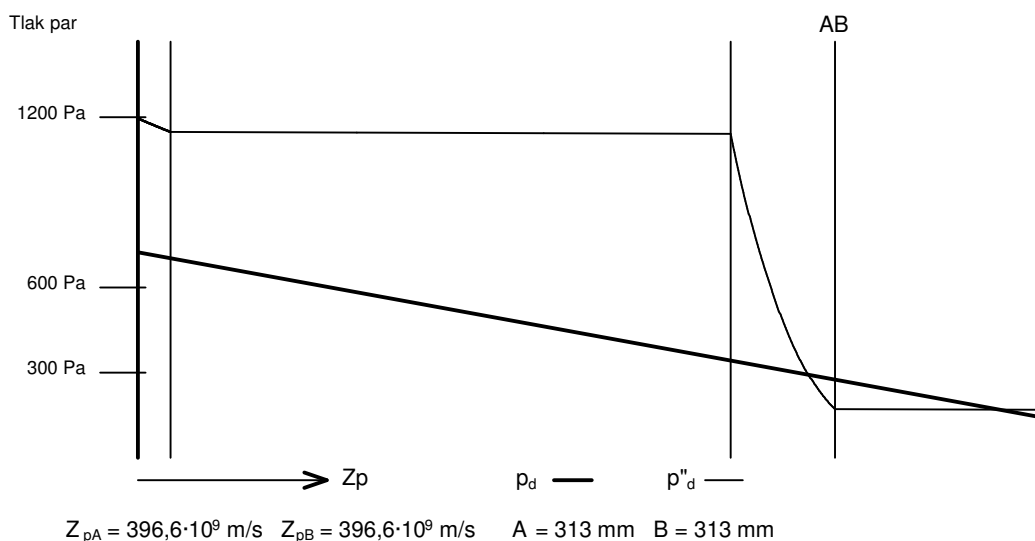
U materiálů vybraných z ČSN 73 0540-3:2005, je tepelná vodivost vrstev přepočítávána na vliv vlhkosti podle článku 5.2.1 uvedené normy.

To může způsobit, že po zaizolování konstrukce se změní hodnota λ_{ekv} u vrstev na vnitřním líci konstrukce.

SCH1 - stávající stav

Součinitel prostupu tepla	$U = 0,246 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	Celková měrná hmotnost	$m = 355,0 \text{ kg}/\text{m}^2$
Tepelný odpor	$R = 4,287 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$	Teplota rosného bodu	$\theta_w = 2,3 \text{ }^\circ\text{C}$
Odpor při prostupu tepla	$R_T = 4,427 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$		
Difúzní odpor	$Z_p = 516,096 \cdot 10^9 \text{ m}/\text{s}$		

1.5 Průběh teploty v konstrukci


 1.6 Průběh tlaku vodních par p_{dx} a p''_{dx} v konstrukci

Závěr

 Součinitel prostupu tepla **konstrukce splňuje požadavek na U_N a U_{rec}**
 $U = 0,24591 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$; Zaokrouhleno: $U = 0,246 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$; požadovaný $U_N = 0,640 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$; doporučený $U_{rec} = 0,427 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

 Korekce součinitele prostupu tepla (podle ČSN 73 0540, TNI 73 0329 a 30) $\Delta U_{tbk} = 0,020 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

 Teplotní faktor vnitřního povrchu: $f_{Rsi,cr} = 0,735$; $f_{Rsi} = 0,977$ vyhovuje

 Roční množství zkondenzované páry (kg/m^2) $M_c = 0,002 < 0,063$ - **konstrukce vyhovuje**

 Roční bilance zkondenzované páry $M_c - M_{ev} = -0,121 \text{ kg}/\text{m}^2$ - **konstrukce vyhovuje**

Poznámka k vyhodnocení kondenzace:

Zda smí v konstrukci docházet ke kondenzaci určuje projektant.

 Ke kondenzaci vodní páry ($M_c > 0$) smí docházet jen u konstrukcí, u kterých zkondenzovaná pára neohrozí požadovanou funkci, tj. zkrácení životnosti, snížení povrchové teploty, objemové změny, nepřiměřené zatížení souvisejících konstrukcí, atp.

1.7 Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry.

Stavba: VÝZKUMNÉ A VÝVOJOVÉ STŘEDISKO KOVOHUTĚ

Místo: Příbram

Zadavatel: KOVOHUTĚ NÁSTUPNICKÁ a.s.

Zpracovatel: **Ing. Petr Chochola**

Zakázka: Výzkumné a vývojové středisko KOVOHUTĚ.TOB Archiv: Aplan

Projektant: Ing. Petr Chochola

Datum: 18.11.2015

E-mail: chochola.p@seznam.cz

Telefon: 318 620 111

SCH1 - stávající stav

Popis:
střecha

Výpočet je proveden podle ČSN 73 0540 - 4, čl. 4.1.3 a 4.1.4. a, t.j. pro hodnoty τ_c celkové doby trvání teplot vnějšího vzduchu podle tabulky E3 ČSN 73 0540 - 3. Výpočet nezahrnuje vliv oslunění konstrukce.

21	22	23	24	25
θ_{ae} °C	$\tau_c \cdot 10^{-3}$ s	g_{dA} g/(m ² ·s)	g_{dB} g/(m ² ·s)	M_d kg/m ²
-21,0	0,0	1,578	0,144	0,0000
-20,0	0,0	1,554	0,157	0,0000
-18,0	0,0	1,498	0,191	0,0000
-15,0	604,8	1,395	0,257	0,0007
-10,0	993,6	1,155	0,411	0,0007
-5,0	2 592,0	0,795	0,660	0,0004
0,0	5 572,8	0,269	1,040	-0,0043
5,0	5 788,8	-0,389	1,592	-0,0115
10,0	5 616,0	-1,279	2,452	-0,0210
15,0	5 832,0	-2,468	3,845	-0,0368
20,0	4 104,0	-4,038	6,243	-0,0422
25,0	432,0	-6,089	10,757	-0,0073

Celoroční množství zkondenzované vodní páry M_c je dáno součtem nezáporných hodnot dílčích množství M_d

Celoroční množství vypařené vodní páry M_{ev} je dáno součtem záporných hodnot dílčích množství M_d

 $M_c = 0,0018 \text{ kg/m}^2$ $M_{ev} = 0,1230 \text{ kg/m}^2$

2 Legenda

Značky veličin a zkratky v hlavičkách tiskových sestav

1	č.v.	číslo vrstvy
2	KC	číslo položky v katalogu materiálů firmy PROTECH, spol. s r.o.
3	ČSN	číslo položky v ČSN 73 0540-3, 1994
4	Mat.	popis položky
5	ρ	měrná hmotnost v suchém stavu
6	c	měrná tepelná kapacita
7	μ	faktor difuzního odporu
8	λ_k	charakteristický součinitel tepelné vodivosti
9	λ_p	výpočtový (praktický) součinitel tepelné vodivosti
10	Z_2	součinitel materiálu podle tabulky B2 ČSN 73 0540-3
11	Z_w	vlhkostní součinitel materiálu
12	Z_1	součinitel vnitřního prostředí podle tabulky B1 ČSN 73 0540-3
13	Z_3	součinitel způsobu zabudování materiálu do stavební konstrukce podle tab. B3 ČSN 73 0540-3
14	Vr	výpočtová varianta vrstvy
15	d	tloušťka vrstvy
16	λ	korigovaný součinitel tepelné vodivosti podle čl. 2.3 ČSN 73 0540-3
16a	λ_{ekv}	hodnota pro výpočet tepelného odporu vrstvy.
17	R	tepelný odpor vrstvy
18	θ_s	teplota na vnitřním líci vrstvy
19	R_d	difuzní odpor vrstvy
20	p_d	částečný tlak vodní páry na vnitřním líci vrstvy
21	θ_{ae}	teplota vnějšího vzduchu
22	τ_c	celková doba trvání teplot vnějšího vzduchu
23	g_{dA}	hustota difuzního toku vodní páry, proudící konstrukcí od vnitřního povrchu k hranici A oblasti kondenzace
24	g_{dB}	hustota difuzního toku vodní páry, proudící konstrukcí od hranice B oblasti kondenzace k vnějšímu povrchu
25	M_d	dílčí množství zkondenzované (vypařené) vodní páry

Ostatní veličiny

θ_{ai}	výpočtová teplota vnitřního vzduchu
θ_e	výpočtová venkovní teplota podle ČSN 06 0210
φ_i	relativní vlhkost vnitřního vzduchu
φ_e	relativní vlhkost vnějšího vzduchu
R_i	odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce
R_e	odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce
p_{di}	částečný tlak vodní páry ve vnitřním prostředí
p_{de}	částečný tlak vodní páry ve vnějším prostředí
p''_{di}	částečný tlak syté vodní páry ve vnitřním prostředí
p''_{de}	částečný tlak syté vodní páry ve vnějším prostředí
e_1	součinitel typu budovy podle ČSN 73 0540-2
θ_i	výpočtová vnitřní teplota
R_T	odpor konstrukce při prostupu tepla
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
m	měrná hmotnost konstrukce
R_d	difuzní odpor konstrukce
R_{dT}	odpor konstrukce při prostupu vodní páry
v	teplotní útlum konstrukce
ψ	fázové posunutí teplotních kmitů
θ_w	teplota rosného bodu
M_c	roční množství zkondenzované vodní páry v konstrukci
M_{ev}	roční množství vypařené vodní páry v konstrukci
R_{dA}	difuzní odpor od vnitřního povrchu konstrukce k hranici A oblasti kondenzace
R_{dB}	difuzní odpor od hranice B oblasti kondenzace k vnějšímu povrchu konstrukce
U_p	součinitel prostupu tepla zabudované konstrukce
R_N	normový tepelný odpor konstrukce
$\Delta\theta_{w1}$	bezpečnostní přírážka zohledňující způsob vytápění
$\Delta\theta_{w2}$	bezpečnostní přírážka zohledňující zohledňující tepelnou akumulaci konstrukce
θ_r	výsledná teplota v místnosti
λ_{kat}	součinitel tepelné vodivosti vybraný z katalogu materiálů
R_u	tepelný odpor nevytápěných prostorů
μ	faktor difuzního odporu